Eene methode ter bepaling van het draaipunt van het oog

DOOR

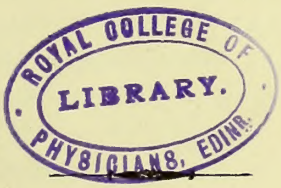
W. KOSTER Gzn.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(TWEEDE SECTIE).

Deel IV. N°. 9.

(MET ÉÉN PLAAT).



AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1896.

Digitized by the Internet Archive
in 2015

https://archive.org/details/b21723898

R39394

Eene methode ter bepaling van het draaipunt van het oog.

DOOR

W. KOSTER Gzn.

Door Professor SNELLEN er op gewezen, dat de bekende methoden ter bepaling van het draaipunt van het oog onvoldoende zijn om de ligging van dit punt met juistheid vast te stellen, heb ik me nader met dit vraagstuk in betrekking gesteld, en meen eene eenvoudige methode gevonden te hebben, waarmede de plaats van het draaipunt voor alle blikvlakken gemakkelijk en snel berekend kan worden.

Vooraf zij kort op de bestaande methoden en hunne zwakkere zijde gewezen.

JOH. MÜLLER, TOURTUAL en SZOKALSKY meenden nog, dat het draaipunt aan den achtersten pool van het oog gelegen moest zijn, en dat het ongeveer samenviel met de fovea centralis van het netvlies.

VOLKMANN verwisselde het draaipunt met het snijpunt der richtingslijnen, doch bepaalde waarschijnlijk de ligging van het snijpunt der hoofdvisierlijnen; BUROW en VALENTIN vonden, dat het snijpunt der hoofdvisierlijnen met het draaipunt van het oog samenviel, en bepaalden de ligging van dit punt.

DONDERS toonde aan, dat de zijdelingsche verschuiving van een reflexbeeldje der cornea bij draaiing van het oog kan dienen om den afstand van het draaipunt tot het krommingsmiddenpunt der cornea te berekenen; deze afstand is n.l. gelijk die verschuiving gedeeld door den sinus van den draaiingshoek; door den straal der corneakromming er bij te tellen vindt men dan den afstand van het draaipunt tot den top der cornea. DONDERS wees er echter reeds op, dat de ellipsoidische vorm der cornea tot onnauwkeurigheden

aanleiding gaf; om den invloed daarvan in rekening te brengen waren te veel bepalingen en berekeningen noodig, dan dat de methode practische waarde zou kunnen krijgen. Tegen het principe is aan te voeren, dat hier uitgegaan wordt van de veronderstelling, dat het draaipunt van het oog in de as der cornea is gelegen. Is dit niet het geval dan voert de bepaling tot verkeerde uitkomsten.

JUNGE bepaalde het draaipunt door den wederkeerigen afstand der reflexbeeldjes der corneae van beide oogen te meten, bij verschillende oogstanden. Deze methode lijdt aan dezelfde gebreken als die van DONDERS.

DONDERS en DOYER bepaalden het draaipunt door de breedte der cornea te meten, en verder te bepalen, welken boog de gezichtslijn doorloopt, wanneer de cornearand aan de temporale en aan de nasale zijde achtereenvolgens met eene zelfde visierlijn van den waarnemer samenvalt. De afstand van het draaipunt tot de basis der cornea in dan gelijk de halve corneabreedte gedeeld door den tangens van den halven draaiingshoek. De hoogte der cornea wordt bijgeteld om den afstand tot den top der cornea te leeren kennen. Ingeval het oog niet zoover kan draaien, dat de cornearanden met één visierteeken samenvallen, worden twee zulke teekens aangebracht, de afstand dezer beide van de breedte der cornea afgetrokken, en het verschil voor de berekening ingevoerd.

Ook deze methode gaat uit van de veronderstelling, dat het draaipunt op de cornea-as is gelegen, wat tot fouten aanleiding geeft indien zulks niet het geval is. Verder wordt voor alle oogen eene zelfde constante ingevoerd, n.l. de hoogte der cornea, die bij verschillende individuen wisselt. Ook is het niet geheel juist, wanneer men bij aanwending van twee visierteekens den afstand tusschen deze eenvoudig van de breedte der cornea aftrekt; de uitkomst wordt daardoor te groot gevonden. Eene andere fout, daarin bestaande, dat de 2 visierteekens niet in den boog kunnen gelegen zijn, dien de cornea-randen doorloopen, doch altijd op eenigen afstand vóór het oog moeten zijn geplaatst, heeft weinig invloed op het resultaat der meting, indien de waarnemer zich op voldoenden afstand van het oog bevindt. Ook door dezen faktor zou de uitkomst echter te groot worden.

J. J. MÜLLER en FICK wendden eene methode aan, die theoretisch juist is, doch waarbij in de praktijk gemakkelijk fouten optreden kunnen; zij bepaalden de projecties van het snijpunt der hoofvisierlijn met de cornea en zochten door constructie het middelpunt van al de geprojecteerde punten. Voor de uitvoering der

methode werden twee spiegels gebruikt, die een hoek van 45° met elkaar vormden; men ziet daarmede zijn eigen oog in profiel, en wanneer men door lijnen of punten de ligging der hoofdvisierlijn en de raaklijn aan de cornea markeert, is het snijpunt der eerste met de cornea gegeven. Men is hier echter afhankelijk van de deugdelijkheid der spiegels en de juistheid van den hoek, dien ze vormen. Vooral echter is het moeielijk de raaklijn aan de cornea juist te bepalen, daar men twee diffuse beelden van lijnen met een vlak moet samen laten vallen. Ook is de methode niet bruikbaar voor alle blikvlakken, daar de oogleden de cornea verbergen.

Berlin bepaalde het snijpunt van twee hoofdvisierlijnen en daarna den afstand van dit punt tot het midden der schijnbare pupil; het laatste werd door middel van indirecte visierlijnen gevonden. Om den afstand tot de buitenvlakte der cornea te leeren kennen werd voor alle oogen eene constante bijgeteld. Het minder vertrouwbare der resultaten van deze methode ligt vooral in de bepaling door middel van het indirecte zien.

Woinow, Volkmann en Schlachtjin bepaalden het snijpunt der hoofdvisierlijnen, dat naar hunne bevinding met het draaipunt samenviel. Is zulks niet het geval dan zou men door constructie het middelpunt kunnen vinden waarom de verschillende hoofdvisierslijnen gegroepeerd liggen, doch de methoden geven geen aanwijzing dit door berekening te vinden. Woinow bepaalde den afstand tot de cornea door de ligging van eene raaklijn door middel van een kijker vast te stellen. Volkmann maakte daartoe gebruik van eene minder nauwkeurige methode; hij bepaalde de liniaire verschuiving van het midden der pupil bij een bepaalden draaiingshoek, vond daaruit den afstand van het draaipunt van het oog tot het midden der schijnbare pupil en telde weder eene constante bij om den afstand tot den top der cornea te leeren kennen. Dit is dus eene methode op zich zelf, die echter weer uitgaat van de veronderstelling, dat draaipunt, midden der schijnbare pupil en centrum der corneakromming in ééne lijn gelegen zijn. Ook deze methode lijdt aan de gebreken veroorzaakt door de ellipsoidevorm der cornea.

Woinow gaf later nog eene tweede methode aan, die hetzelfde principe heeft als de methode van Berlin hoewel de berekening eenigszins anders is. Ook hier wordt verondersteld, dat het draaipunt gelegen is in het snijpunt der hoofdvisierlijnen; het midden der schijnbare pupil wordt eveneens bepaald door indirect zien. Woinow geeft zelf aan, dat deze methode vele onnauwkeurigheden toelaat.

Leopold Weiss modificeerde de eerste methode van Donders eenigszins, waardoor werkelijk de fout door de ellipsoide-vorm der cornea geringer en de methode bruikbaar wordt om het draaipunt bij kleine uitslagen te bepalen; toch blijft de nauwkeurigheid der methode gering door den grooten invloed van kleine fouten bij de meting der verschuiving van het corneabeeldje. De verbetering wordt daardoor verkregen, dat men den lichtbron, die het corneabeeldje ontwerpt met het gefixeerde punt laat meêbewegen: daardoor wordt voor eene bepaalde draaiing van het oog de verschuiving van het corneabeeldje ongeveer tweemaal grooter, terwijl het gedeelte der cornea dat daarbij spiegelt, op den halven afstand van het midden der cornea is gelegen.

Giraud-Teulon meende, dat het draaipunt met het centrum van het oog samen moest vallen, daar het ooglid steeds tegen den bulbus blijft aanliggen, en een drukphosphen bij draaiing van het oog steeds dezelfde intensiteit behoudt; het eerste argument heeft weinig waarde, daar het ooglid elastisch is, en gemakkelijk zijne kromming veranderen kan; het tweede is van weinig gewicht, daar de intensiteit en grootte van een drukphosphen zeer moeilijk te schatten zijn.

Met den Ophthalmotropometer van Snellen kan men eveneens het draaipunt bepalen, wanneer dit met het snijpunt der hoofdvisierlijnen samenvalt. De afstand van dit punt tot den top der cornea wordt daarbij bepaald door middel van een zijdelings opgesteld kijkertje met kruisdraden.

Eigen methode:

Principe: De loodrechte afstand van een vóór het oog gelegen punt tot de hoofdvisierlijn is, voor een zelfden draaiingshoek, des te grooter, hoe verder het draaipunt van dit punt verwijderd is.

Daar we bij de bepaling van het draaipunt niet mogen uitgaan van de veronderstelling, dat het gezochte punt op een der bekende assen of lijnen in het oog gelegen is, is in figuur 1 dit punt m zeer excentrisch gekozen. Zij bij een willekeurigen stand ikl van het oog, wiens cornea-as gh voorstelt, as de hoofdvisierlijn: twee punten a en b op die lijn gelegen hebben dus de eigenschap, dat het scherpe beeld van het eene met het midden van den verstrooiingscirkel van het andere samenvalt. Verlengen we deze lijn in het oog en laten we uit m eene loodlijn er op neer, dan is de plaats van m bekend, indien sp en pm bekend zijn. Om deze te vinden gaan we als volgt te werk: de visieren a en b, die zich op een om M draaibaren staaf bevinden, worden in een tweeden stand Mb_1a_1 gebracht; daarna

schuift men de visierlijn $a_1\ b_1$ parallel aan zich zelf zoover naar buiten tot het oog de twee visierteekens weer in eene lijn ziet: het oog heeft dan den stand $i_1\ k_1\ l_1$ ingenomen; de hoofdvisierlijn ligt in $s_1 a_1'$, terwijl de zijdelingsche verschuiving gelijk Mc is. Deze laatste wordt gemeten, en daarna de staaf met de visieren evenveel graden naar de andere zijde van aM gedraaid, zoodat de de stand Mba ingenomen wordt; de visieren worden weer evenwijdig aan hunne richting naar buiten geschoven, tot het oog de beide visierteekens in ééne richting ziet en de zijdelingsche verschuiving dM gemeten; $i_{\prime\prime}\ k_{\prime\prime}\ l_{\prime\prime}$ is dan de stand van het oog en $a_{\prime\prime}^{\ 1}\ b_{\prime\prime}^{\ 1}\ s_{\prime\prime}$ de richting van de hoofdvisierlijn van het oog. We hebben nu alle gegevens om de onbekenden te berekenen.

$$\angle\, Mnc = \angle\, Mod = \angle\, \alpha$$

Daar m op gelijken afstand van de drie hoofdvisierlijnen ligt zijn de loodlijnen mp, mq en mr gelijk, en deelt mn den hoek pnq, en mo den hoek $ropp$ middendoor; daaruit volgt dus dat

$$op = np \text{ is.}$$

Daar verder $Mp = Mn + np$ en
$Mp = Mo - op$ is
$2\,Mp = Mn + Mo$

Nu is $$Mn = \frac{Mc}{\sin\alpha} \text{ en } Mo = \frac{Md}{\sin\alpha}$$

dus $$2\,Mp = \frac{Mc + Md}{\sin\alpha};\quad Mp = \frac{Mc + Md}{2\sin\alpha} \qquad (1)$$

Daar Mc en Md gemeten zijn en ook $\angle\,\alpha$ bekend is kunnen we dus Mp berekenen.

De onbekende pm vinden we uit $\Delta\, nmp$. $\angle\, nmp = \angle\, nmq$, en daar $\angle\, pmq = \angle\, Mnc = \angle\,\alpha$ is, daar de beenen dezer hoeken loodrecht op elkaar staan, is

$$\angle\, nmp = \frac{1}{2}\alpha \text{ en } pm = \frac{np}{tg\,\frac{1}{2}\alpha};\quad \text{daar nu verder}$$

$$np = \frac{on}{2} = \frac{Mo - Mn}{2} = \frac{Md - Mc}{2\sin\alpha} \text{ wordt}$$

$$pm = \frac{Md - Mc}{2\sin\alpha\, tg\,\frac{1}{2}\alpha}. \qquad (2)$$

Schijnbaar zijn we bij deze methode uitgegaan van de veronderstelling, dat er werkelijk één punt is waarom de oogbewegingen uitgevoerd worden; in werkelijkheid kunnen we ons echter de bewegingen, die plaats gehad hebben, om het oog in den stand van $\alpha°$ naar de eene en naar de andere zijde te plaatsen, steeds

uitgevoerd denken om één draaipunt; dit punt wordt gevonden door het punt te zoeken, dat op gelijken afstand van de drie hoofdvisierlijnen is gelegen.

Voor verschillende waarden van $\angle \alpha$ kunnen we dus de bepalingen doen en de uitkomsten met elkaar vergelijken, waaruit dan blijkt of alle bewegingen om één zelfden punt geschieden.

Noemen we onze onbekenden Mp (1) en pm (2) X en x, de verschuivingen Md en Mc, P en p dan kunnen we met de formulen

$$X = \frac{P + p}{2 \sin \alpha} \text{ en } x = \frac{P - p}{2 \sin \alpha \, tg \frac{1}{2} \alpha}$$ het draaipunt voor alle blikvlakken vinden.

Heeft men de zekerheid, dat er werkelijk één draaipunt is dan kan men de berekening zeer vereenvoudigen door $\alpha = 30°$ te nemen, $\sin \alpha$ is dan $= \frac{1}{2}$ dus

$$X = P + p \quad \text{en} \quad x = \frac{P - p}{tg\ 15°} .$$

Is $P = p$ dan is $x = o$, *d. i.*
het draaipunt ligt dan in het snijpunt der hoofdvisierlijnen.

De bepaling van het draaipunt in één blikvlak leert ons feitelijk nog niet het algemeene draaipunt kennen, doch slechts de projectie van dit laatste op dit blikvlak; voor de bepaling van de ware ligging moeten we eene meting uitvoeren in een blikvlak loodrecht op het eerste, waardoor de afstand op den derden abscis gevonden wordt.

Om de ligging van het draaipunt ten opzichte van de cornea te leeren kennen, wordt eenvoudig de afstand Ms direct gemeten. Ik bevond deze methode nauwkeuriger dan de gebruikelijke plaatsbepaling der cornea door middel van een zijdelings geplaatsten kijker; op dezelfde verschuifbare plaat van het toestel, die de visierteekens a en b draagt, is eene schuifinrichting aangebracht, waardoor een loodrecht op en in de visierlijn geplaatst metalen staafje van 1 m.M. dikte zoo dicht tot aan de cornea geschoven kan worden, dat de afstand gelijk is aan de dikte van het staafje. Wordt deze inrichting niet gebruikt dan kan men het staafje lager stellen zoodat de visierlijn weer geheel vrij is. Ook bij de zijdelingsche standen van het oog wordt de afstand tot de cornea op de visierlijn gemeten; de mogelijkheid is n.l. niet uitgesloten, dat het oog in de richting der visierlijn naar voren of achteren zich beweegt; noodzakelijk is deze bepaling reeds daarom, wijl het bekend is, dat bij opening en sluiting der oogleden het oog eveneens op de visierlijn eene beweging uitvoert.

Schijnbaar veranderde ligging kan het draaipunt krijgen, wanneer het oog om de bliklijn als as eene rolbeweging uitvoert; indien dit het geval is bemerkt men deze beweging daaraan, dat de draden van de visierteekens, die evenwijdig aan het blikvlak verloopen niet meer samenvallen; de grootte der rolbeweging kan door de bekende methode der nabeelden gemeten worden en men kan nagaan welken invloed dit op de projectie van het draaipunt gehad heeft; vallen draaipunt en snijpunt der hoofdvisierlijnen samen, dan is de rolbeweging van geen invloed op de bepaling van de ligging van dit punt.

Of bij constante blikrichting de symetrische en de parallele rolbeweging om de visierlijn als as plaats hebben, dan wel om eene daarbuiten gelegen lijn, kan men eveneens met het apparaat vaststellen door de verschillende bewegingen waarbij deze optreden uit te voeren, terwijl de blik op de visieren gericht blijft. Om deze metingen met groote nauwkeurigheid te kunnen uitvoeren, is eene gevoeligere inrichting noodzakelijk.

Dezelfde methode kan tevens dienst doen om den wederkeerigen afstand der draaipunten der beide oogen te bepalen. Indien in fig. 2 m en m^1 de draaipunten der beide oogen zijn en M het draaipunt van den staaf met de 2 visieren kan men dezen laatsten eerst zoo stellen, dat OS de twee visierteekens in eene richting ziet; op de gewone wijze wordt dan gemeten hoever het draaipunt van M verwijderd is; daarna worden de visieren door draaiing om M voor OD in ééne lijn gesteld en eveneens bM en bm^1 berekend; de hoek d^1Md kan afgelezen worden op den graadboog, de hoeken aMm en bMm^1 worden berekend en dus is ook α^1 d. i. de tophoek van Δ mMm^1 bekend; de zijden Mm en Mm^1 van dezen Δ vindt men uit de twee rechthoekige driehoeken aMm en bMm^1 en daarmede kennen we van den Δ Mmm^1 twee zijden en den ingesloten hoek en kunnen we dus de derde zijde mm^1, d. i. den afstand der beide draaipunten berekenen.

Het apparaat, dat voor deze methode ter bepaling van het draaipunt gebruikt wordt, werd door KAGENAAR in *Utrecht* vervaardigd en veroorlooft de metingen met de vereischte nauwkenrigheid uit te voeren. Op een sector van eboniet is een kleineren sector van plaatkoper om zijn middenpunt draaibaar; op den laatsten is weer een rechthoekig stuk eboniet in twee sponningen verschuifbaar en wel loodrecht op den middenstraal van den sector, in het vlak van den laatsten. Op den rechthoek bevindt zich ten eerste de schuifinrichting om den afstand van het draaipunt van den sector tot de cornea te kunnen meten, en ten tweede een van

binnen zwart gemaakt cylindertje, dat de twee visierteekens bevat; deze laatste bestaan uit kruisdraden van dik, zwart menschenhaar. De visierteekens zijn zoo gesteld, dat ze evenver van het vlak, waarover ze bewogen worden verwijderd zijn en dat ze met een in het draaipunt van den sector opgesteld visierteeken in eene richting gezien worden; in dezen stand staat de rechthoek op zijn nulpunt, en de visierlijn staat loodrecht op de schuifrichting van den rechthoek. Een nonius veroorlooft de grootte der verschuiving tot in tienden van m.M. af te lezen. De draaiingshoeken van de visierlijn kunnen op een graadboog afgelezen worden. Het toestel is door middel van 3 stangen en schroeven met een inbijtstuk verbonden, waardoor een onveranderden stand ten opzichte van het oog verkregen wordt, en tevens alle mogelijke blikvlakken ingesteld kunnen worden. Het gewicht van het toestel is gering, zoodat het met de kaken gedragen kan worden; overigens belet niets om in geval van vermoeienis het apparaat op een geschikt voorwerp te laten rusten. [1])

Om snel bepalingen aan patiënten uit te kunnen voeren is het mijn plan de kruisdaden te vervangen door twee nauwe spleten, waarachter kleine, goed verlichte letters geplaatst zijn; door de letters te laten lezen overtuigd men zich dat de visierlijn juist ingesteld is; de bevestiging van het hoofd kan daarbij geschieden door middel van voorhoofd- en kinsteun, en door zijdelings aangedrukte kussentjes. Het toestel kan op een zwaar statief vóór den patiënt geplaatst zijn en om drie loodrecht op elkaâr staande assen draaibaar gemaakt worden. Neemt men daarbij voor α zulke waarden, dat de sinus van α en de tangens van $\frac{1}{2}\alpha$ eenvoudige verhoudingen voorstellen, dan kan men snel de ligging van het draaipunt vaststellen. Voor het vraagstuk van het scheelzien en vele andere is nauwkeurig onderzoek der bewegingen van het oog nog zeer gewenscht, om tot volkomen klaarheid omtrent het wezen dezer afwijkingen te geraken.

In de volgende tabellen zijn de resultaten opgesteld van de metingen, uitgevoerd aan mijn linkeroog bij beweging in het horizontale en het primaire vertikale blikvlak. Dit laatste is het vlak, dat vertikaal door de hoofdvisierlijn bij parallele primaire blikrichting gelegd kan worden. X en x werden bepaald zooals boven aangegeven is; de verschuiving V werd als volgt berekend. Zij in

[1]) Men kan de nauwkeurigheid van het apparaat controleeren door in een zelfde vlak eerst de metingen uit te voeren bij gewonen stand van het instrument, en dit daarna 180° om de primaire hoofdvisierlijn te draaien en de metingen te herhalen. De uitkomst moet dezelfde zijn.

fig. 3 weer de ligging van 3 hoofdvisierlijnen aangegeven, die een hoek van α° met elkaar vormen; m is dan weer het punt waarom de draaiing gedacht kan worden te zijn uitgevoerd; staat de cornea in den middelstand in s dan moest ze na eene draaiing van α° in s_1 of $s_{,,}$ staan; we vinden echter, dat ze in een punt x, y, z of w staat; er heeft dus in die gevallen eene verschuiving op de blikrijn plaats gegrepen; de verschuiving $s_1 x$ nu b. v. is gelijk nx—ns_1; hierin is $n\,s_1 = p\,s = X$ en dus bekend, terwijl $n\,x$ gevonden wordt uit $n\,c - c\,x = n\,x$; $n\,c$ wordt berekend uit $n\,c = \frac{M\,c}{tg\,\alpha}$ en $c\,x$ wordt direct gemeten, door het toestelletje tot aan de cornea te schuiven.

Stand der Visierslijn.	X	x	V
O S: horizontaal blikvlak; normaal geopend oog.			
10° naar rechts	14.4 mM.	13.7 mM.	3.1 mM.
10° „ links		temporaalwaarts	— 3.4 „
20° „ rechts	14.6 „	2.3 mM.	2.3 „
20° „ links		temp. waarts	— 1.6 „
30° „ rechts	13.8 „	1.1 mM.	0.8 „
30° „ links		nasaalwaarts	— 0.3 „
45° „ rechts	13.2 „	1.5 mM.	0.5 „
45° „ links		nas. waarts	0.1 „
O S: horizontaal blikvlak en wijd geopend oog.			
10° naar rechts	13.8 mM.	16.6 mM.	3.6 mM.
10° „ links		temp. waarts	— 0.4 „
20° „ rechts	14.3 „	1.7 mM.	1.3 „
20° „ links		temp. waarts	— 1.3 „
30° „ rechts	13.7 „	1.5 Mm.	0.4 „
30° „ links		nas. waarts	— 0.1 „
45° „ rechts	13.9 „	2.2 Mm.	— 0.4 „
45° „ links		nas. waarts	0.3 „

X = afstand van het snijpunt der hoofdvisierlijnen met de cornea tot de projectie van het draaipunt op die lijn in den primairen stand.

x = afstand van de projectie van het draaipunt op het blikvlak tot de visierlijn.

V = verschuiving van het oog in de richting der visierlijn in den secundairen stand, naar buiten.

Ten einde de betrekkelijke ligging der draaipunten te leeren kennen bij normaal en bij wijd geopend oog, is in het oog te houden dat de bulbus in het laatste geval 0.8 mM. meer naar buiten staat, het cornea-snijpunt dus zooveel verder naar voren ligt.

Uit tabel I blijkt, dat voor mijn linkeroog de beweging niet geschiedt om één onbewegelijk draaipunt; de afwijkingen daarvan zijn belangrijk; X vertoont bij gewoon geopend oog een verschil in ligging van 1.4 mM. (bij 20° en 45° uitslag), bij wijd geopend oog een verschil van 0.6 mM. (bij 20° en 30° uitslag); de verschillen zijn echter het treffendst voor x; terwijl het draaipunt voor 10° naar rechts en naar links 13.7 mM. temporaalwaarts van de visierlijn is gelegen, ligt het bij draaiing van 45° naar rechts en links 1.5 mM. nasaal. Nog grooter is het onderscheid bij wijdgeopend oog. Daarmede stemmen de standen van het oog op de hoofdvisierlijn bij den secundairen stand niet overeen; het oog behoudt ongeveer zijne plaats in de orbita, en we vinden dit in de tabel daardoor uitgedrukt, dat bij een uitslag van 10° naar rechts eene verschuiving van het oog van 3.1 mM. naar voren, bij een uitslag van 10° naar links eene verschuiving van 3.4 mM. naar achteren moet plaats vinden. Evenzoo voor de overige standen.

Daar het dus blijkt, dat bij nauwkeurige meting een enkel draaipunt voor alle bewegingen van het oog niet voldoende is, terwijl aan de andere kant bij eene bepaling van het draaipunt volgens de methode van Volkmann of Woinow de hoofdvisierlijnen zich ongeveer in één punt blijken te snijden is het voor de voorstelling gemakkelijker de veranderde ligging van het draaipunt op eene andere wijze uit te drukken.

We kunnen de ligging van het oog in den secundairen stand als volgt aangeven; nemen we een punt p op de hoofdvisierlijn (fig. 3) als onveranderlijk draaipunt aan dan kunnen we ons de beweging, die het oog uitvoert om den stand in te nemen, waarbij de visierlijn in $n\, b_1' a_1'$ ligt, zoo uitgevoerd denken, dat het oog eerst $n\, p$ mM. op $a\, o$ naar voren is geschoven, en daarna $\alpha°$ om n als middelpunt gedraaid; duiden we verder aan hoever het oog daarna op de hoofdvisierlijn $n\, a_1'$ verschoven is dan is de secundaire stand bekend. We kunnen natuurlijk door elk paar elkander snijdende lijnen, die door p en door q gaan den secundairen stand aangeven, doch de hier voorgeslagen wijze schijnt me de beste, daar de verschuiving op de hoofdvisierlijn voor het directe zien van geen invloed is, zoodat we nog slechts met één faktor rekening te houden hebben. Als onveranderlijk punt kunnen we ook

weer elk punt op de hoofdvisierlijn aannemen; het eenvoudigst schijnt het me daarvoor de projectie van het draaipunt op de hoofdvisierlijn voor 30° uitslag naar rechts en naar links aan te nemen.

Het algemeen draaipunt van het oog ligt op de hoofdvisierlijn: het is een onbewegelijk punt in de orbita, dat voor mijn O S 13.8 mM. achter de buitenvlakte der cornea is gelegen bij gewonen stand der oogleden en primaire parallele blikrichting; behalve de bewegingen om dit punt voert het oog, ten einde den secundairen stand in te nemen, nog de volgende verschuivingen uit:

Bij eene draaiing van	Op de primaire hoofdvisierlijn: naar voren	Op de hoofdvisierlijn in de secund. stand: naar buiten
O S. horizontaal blikvlak; gewoon geopend oog.		
10° naar rechts	— 2.1 mM.	2.3 mM.
20° „ „	— 1.2 „	1.7 „
30° „ „	0.3 „	1.1 „
45° „ „	1.3 „	0.5 „
10° „ links	0.8 „	— 1.4 „
20° „ „	— 0.3 „	— 0.4 „
30° „ „	— 0.3 „	— 0.6 „
45° „ „	0.— „	— 1.1 „
O S horizontaal blikvlak; wijd geopend oog.		
0°	0.8 mM.	
10° naar rechts	— 0.9 „	1.9 mM.
20° „ „	0.— „	1.5 „
30° „ „	1.3 „	0.7 „
45° „ „	1.6 „	0.6 „
10° naar links	2.5 „	— 1.3 „
20° „ „	0.5 „	— 0.5 „
30° „ „	0.5 „	— 0.6 „
45° „ „	— 0.2 „	— 0.5 „
O S primair vertikaal blikvlak; gewoon geopend oog.		
10° naar boven	— 0.7 mM.	0.8 mM.
20° „ „	0.4 „	0.5 „
30° „ „	0.5 „	0.1 „
40° „ „	1.1 „	— 0.1 „
10° naar beneden	1.— „	— 1.5 „
20° „ „	0.4 „	— 1.— „
30° „ „	0.5 „	— 0.9 „
40° „ „	0.4 „	— 2.— „

In dien zin is tabel II berekend; het ware natuurlijk beter de ligging van het onveranderlijke draaipunt ten opzichte van de orbita door een systeem van invariabele abscissen aan te geven, doch dit stuit op practische bezwaren, en aan de andere zijde heeft de plaatsbepaling ten opzichte van den gemiddelden stand der voorvlakte der cornea eveneens hare voordeelen.

Eene andere methode om aan te geven hoe de oogbewegingen geschieden bestaat daarin, dat men den vorm van de lijn berekent of construeert, die het draaipunt doorloopt wanneer het oog van den éénen uitersten stand naar den anderen uitersten overgaat; toch geloof ik, dat de hier gekozen voorstellingswijze aanschouwelijker is.

Ik bepaal me hier tot de mededeeling dezer resultaten, die hoofdzakelijk daartoe bestemd zijn de aanwending der methode te doen kennen. Daar het me gebleken is, dat na sterk openen der ooglеden en actief naar buiten drijven van het oog de oogstanden eenigszins wisselden, wat waarschijnlijk op veranderde spierspanning berust, en het verder mogelijk is, dat op verschillende tijden de oogbewegingen niet precies op dezelfde wijze uitgevoerd worden, daar de tonus der spieren, en de vulling der bloedvaten der orbita, enz. daarop van invloed kunnen zijn, is het noodzakelijk omtrent deze faktoren eerst nadere onderzoekingen te doen, alvorens algemeene uitkomsten medegedeeld worden. Ik wijs er nog slechts op, dat het toestel zeer geschikt is om het door J. J. Müller ontdekte en door Donders nader onderzochte verschijnsel, bestaande in de mogelijkheid, de oogen actief naar voren en achteren te bewegen, nader te onderzoeken; vooral de meting bij zijdelingschen blik, en ook bij den blik naar boven en beneden, in alle secundaire standen wordt hierdoor mogelijk gemaakt. Eveneens kon ik met het apparaat gemakkelijk constateeren, dat ik in staat ben de oogen actief naar boven en beneden te bewegen, bij dezelfde blikrichting; waarschijnlijk berust dit alleen op sterkere spanning van het onderste ooglid; dit laatste verschijnsel wijst er dunkt me op, dat de oogbewegingen niet steeds op precies dezelfde wijze zullen volvoerd worden.

Metingen aan verschillende oogen en oogsoorten hoop ik spoedig in een voldoend aantal te bezitten; deze zullen te gelegener plaatse worden medegedeeld.

Fig. 1.

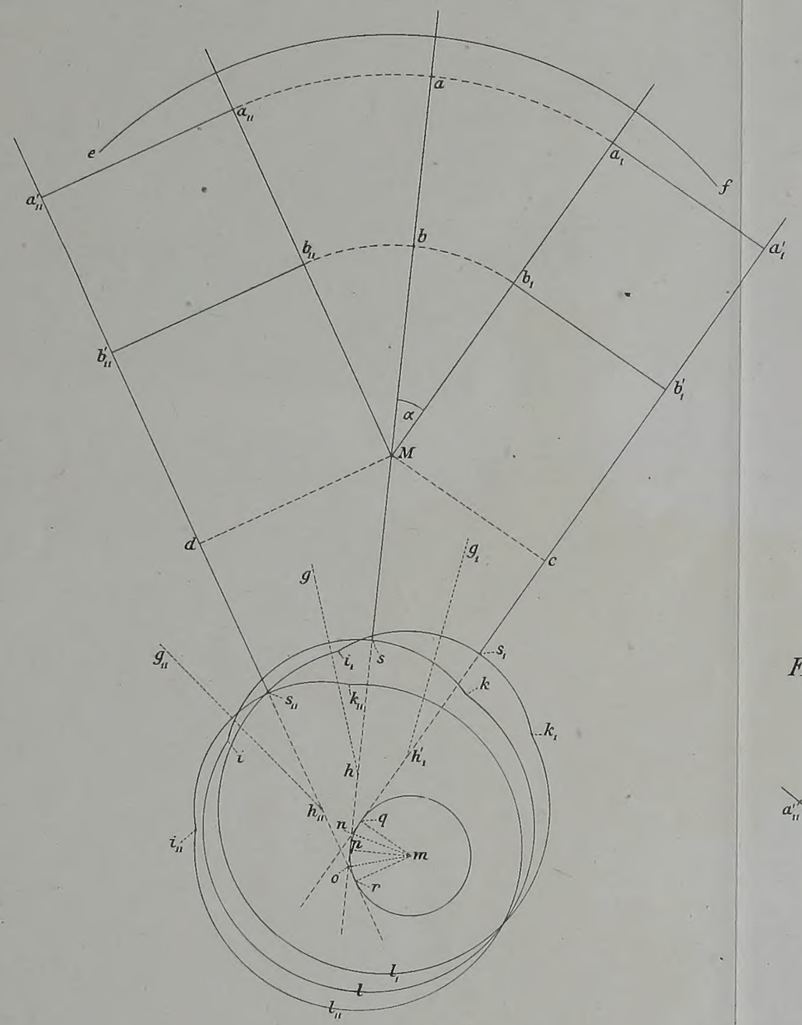


Fig. 2.

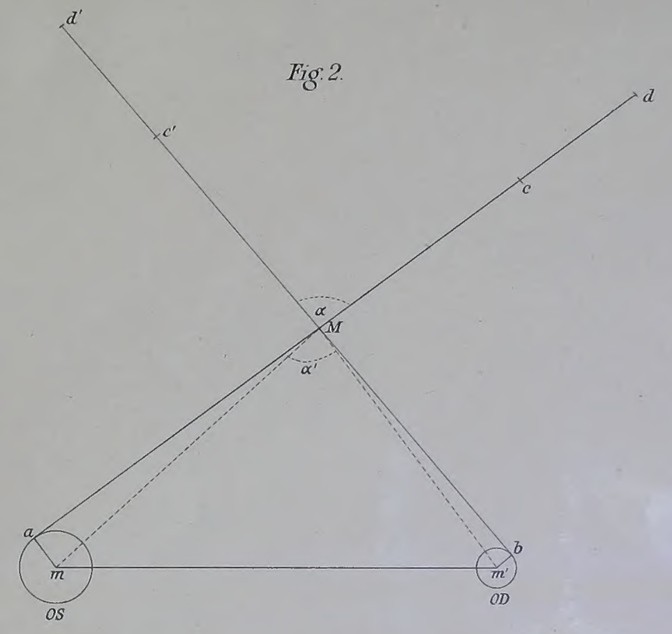
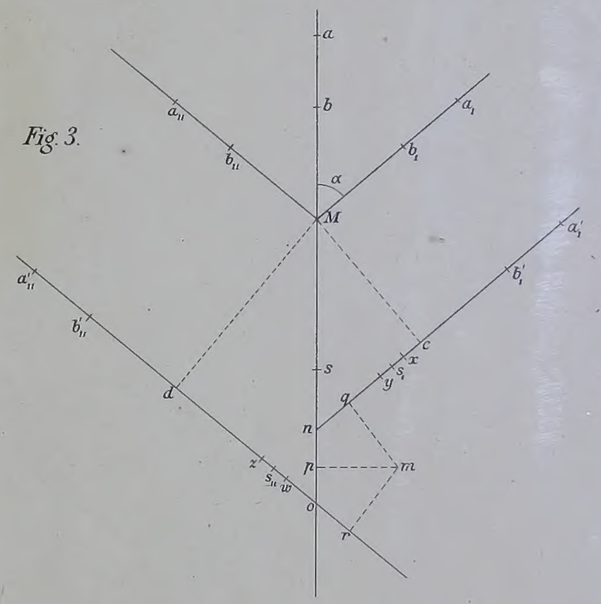


Fig. 3.



J. Bijtel, lith. P.J. Mulder, impr. Leiden.

LITTERATUUR.

Joh. Müller: Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtsinnes. 1826. Leipzig. S 254.

Tourtual: Müller's Archiv 1840. XXIX.

Szokalsky: Annales de la soc. de med. de Gand. 1840. 2de partie, 2de vol.

Volkmann: Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtsinnes 1836. S. 33.

Burow: Beiträge zur Physiologie und Physik des menschlichen Auges. Berlin 1841. S. 26.; id. 1842.

Valentin: Lehrbuch der Physiologie des Menschen 1844 Bd. II.

Junge: in Helmholtz Physiologische Optik. S. 458. 1ste Aufl.

Donders: Anomalien der Accommodation und Refraction; pag. 157. Arch. f. d. Holl. Beitr. zur Natur- und Heilkunde Bd. III. Hft. 3. S. 260.

Donders en Doyer: 3de versl. Nederl. Gasthuis voor ooglijders. Utrecht 1862, p. 209.

J. J. Müller: Untersuchungen über den Drehpunkt des menschlichen Auges: Arch. f. Ophthalm. Bd. XIV 3. S. 183.

E. Berlin: Arch. f. Ophth. XVII. 2. pag. 154. Beitrag zur Mechanik der Augenbewegungen.

Woinow: Arch. f. Ophth. XVI. 1 pag. 243. Ueber den Drehpunkt des Auges.

Woinow: Arch. f. Ophth. XVII. 2 Beiträge zur Lehre von den Augenbewegungen.

Schlachtjin: Diss. inaug. Moskau 1866. (door Woinow geciteerd.)

Volkmann: Berichte der Leipziger Akademie 1869. p. 28.

L. Weiss: Arch. f. Ophthalm. XXI. 2 p. 132. 1875. Zur Bestimmung des Drehpunktes im Auge.

Giraud-Teulon: Compte rendu T LVIII p. 360.

Snellen: Handb. v. Graefe u Saemisch: Ophthalmometrie S. 222.